

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS  
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 08.04.98

PCT / F / 198 / 00239

09/381441

#14

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT

REC'D 15 MAY 1998
WIPO PCT



Hakija  
Applicant

MICRONAS OY  
Espoo

Patenttihakemus nro  
Patent application no

971180

Tekemispäivä  
Filing date

20.03.97

Kansainvälinen luokka  
International class

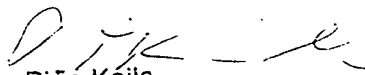
H 01F

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Stripe-line -kela"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

  
Pirjo Kaila  
Tutkimussihteeri

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

Maksu 265,- mk  
Fee 265,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A  
Address: P.O.Box 1160  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Puhelin: 09 6939 500  
Telephone: + 358 9 6939 500

Telefax: 09 6939 5204  
Telefax: + 358 9 6939 5204

## Stripe-line -kela

Keksintö liittyy yleisesti stripe-line -kelaan, joka käsittää yhden tai useamman liuskajohdinkierroksen valmistettuna kantajasubstraatin yhteen tai useampaan kerrokseen.

Keloja valmistetaan tai integroidaan erilaisilla tekniikoilla ja materiaaleilla erilaisille substraateille. Esimerkiksi integroitujen piirien valmistusteknologiaa voidaan käyttää muodostamaan tasomainen kela yhdessä tai useammassa johtavassa kerroksessa. Tällaiselle kelalle on ominaista, että se koostuu monista kierroksista, jolloin peräkkäisten kierrosten osat ovat keskenään rinnakkain. Kelajohtimen mikä tahansa osa voi mennä ristiin kelajohtimen toisen osan kanssa.

Kuviossa 1 on havainnollistettu erästä tekniikan tason mukaista kela. Kela 1 käsittää liuskajohtimen 2, joka muodostaa 13 suorakulmaista, spiraalimaisesti sisäkkäistä johdinkierrosta kantajasubstraatin 10 yhdessä johtavassa kerroksessa. Kelan 1 liuskajohtimen 2 toinen pää on kytketty kytkentäjohtimella 4 kytkentänapaan 5. Liuskajohtimen 2 sisempi pää on kytketty läpiviennillä 7 substraatin 10 toisessa johtavassa kerroksessa olevaan kytkentäjohtimeen 9, joka ulottuu toisessa johtavassa tasossa kelan 1 keskeltä sen ulkopuolelle. Kytkentäjohtimen 9 ulompi pää on kytketty läpiviennillä 8 kytkentäjohtimeen 3, joka on samassa substraatin johtavassa tasossa kuin kela 1. Kytkentäjohdin 3 on kytketty toiseen kytkentänapaan 6.

Kelan monien kierrosten vaikutus on, että keskinäisinduktanssivaikutus kasvattaa magneettikentän (H) kautta kelan induktanssia (L). Kelajohtimessa kulkeva virta synnyttää sisäisen magneettikentän itse johtimeen, ja tästä on seurauksena virran jakautuminen johtimessa, ts. pintavaikutus tai pintailmiö (skin effect). Monista

johdinkierroksista johtuva magneettikenttä on voimakkain kelan keskellä. Virtaa kuljettavan kelajohtimen sisäisen magneettikentän lisäksi kelajohdinkierrokseen vaikuttaa tämä muiden kerrosten aiheuttama ulkoinen magneettikenttä. Sisimmät kelan johdinkierrokset kokevat voimakkaimman johtimen ulkopuolisen kentän. Keskinäisinduktanssi-vaikutuksen ja pintavaikutuksen lisäksi kelan magneettikenttä indusoi sähkömotorisen voiman ja aiheuttaa pyörrevirtoja kelajohtimissa ja johtavissa kerroksissa, jotka altistuvat tälle magneettikentälle. Kuviossa 2 on esitetty osuus tekniikan tason mukaisesta leveästä liuskajohtimesta 2, johon vaikuttaa kelan magneettikentän aiheuttama magneettivuon tiheysvektori  $B$  (yksikkö  $T = \text{Tesla}$ ). Tämä kelan kenttä  $B$  indusoi liuskajohtimeen 2 pyörrevirtoja  $I_e$ , joiden suunta on esitetty kaavamaisesti kuviossa 2. Yksi seuraus tästä on, että pyörrevirrat  $I_e$  kuluttavat tehoa, niin että liuskajohtimen 2, joka magneettivuontiheyden aiheuttaa, resistanssi on suurempi vaihtovirralla kuin mitä se olisi ollut tasavirralla. Samaan aikaan virran jakautuminen liuskajohtimessa 2 muuttuu, koska johtimen sisäisen magneettikentän aiheuttamat pyörrevirrat pyrkivät vastustamaan päävirtaa liuskajohtimessa 2 ja pakottamaan sen lähelle pintaa, aiheuttaen näin virrantiheyden kasvun liuskajohtimen 2 pintaa kohti. Tämä ilmiö on edellä mainittu pintavaikutus, joka tulee yhä merkityksellisemmäksi taajuuden kasvaessa, kunnes, suhteellisen korkeilla taajuuksilla, virta kulkee lähes täysin ohuessa "ulkopinnassa", kun taas virtatiheys johtimen keskellä pienenee lähes nol-  
laan. Liuskajohtimessa 2 esiintyvät pyörrevirrat aiheuttavat tehohäviöitä ja ne nähdään kelan suorituskyvyn heikkenemisenä, ts. kelan hyvyysluvun ( $Q$ ) pienemisenä. Edellä kuvattua pyörrevirtojen kasvua kelan yhdessä johdinsilmukassa lähellä olevan toisen johdinsilmukan aiheuttaman magneettikenttäkomponentin olemassaolon vuoksi,

kutsutaan myös "lähivaikutukseksi" (proximity effect).

Esillä olevan keksinnön päämääränä on stripe-line -kela, jossa pyörrevirtojen aiheuttama tehonmenetys ja  
 5 hyvyystekijän (Q) pieneneminen on merkittävästi vähäisempää kuin tekniikan tason stripe-line -keloissa.

Tämä saavutetaan keksinnön mukaisella stripe-line -kelalla, joka käsittää yhden tai useamman liuskajohdin-  
 kierroksen valmistettuna kantajasubstraatin yhteen tai  
 useampaan kerrokseen. Keksinnön mukaiselle kelalle on  
 10 tunnusomaista, että

kelan liuskajohdin muodostuu kahdesta tai useam-  
 masta rinnakkaisesta ja/tai päällekkäisestä osaliuskas-  
 ta, jotka on päistä kytketty toisiinsa, ja että

rinnakkaisten ja/tai päällekkäisten osaliuskojen  
 15 järjestys vaihtuu ainakin kerran liuskajohtimen kokonaispituuden aikana.

Pyörrevirtojen tai lähivaikutuksen aiheuttaman  
 tehohäviön määrä on verrannollinen magneettivuon tiheys-  
 vektorin poikkipinta-alaan liuskajohtimen pinnalla, ts.  
 20 johtimen pintaan nähden kohtisuorassa olevaan kokonais-  
 magneettivuohon. Täten, mitä leveämpi on kelajohdin,  
 sitä suurempia ovat indusoitunut sähkömotorinen voima ja  
 pyörrevirtatehohäviö. Keksinnön ensimmäisen piirteen  
 mukaisesti kelan liuskajohdin on jaettu rinnakkaisiin  
 25 osaliuskoihin, mikä pienentää yksittäisen johtimen le-  
 veyttä ja täten magneettivuon tiheyden poikkipinta-alaa  
 johdinpinnalla. Tässä rinnakkainen tarkoittaa, että osa-  
 liuskat ovat kyljittäin toistensa kanssa ja/tai toinen  
 toistensa päällä. Johtimen osaliuskat, jotka ovat yhdel-  
 30 lä johdinreitillä, muodostavat kimpun, jossa osaliusko-  
 jen johdinreitien kulkusuunnassa yhteenlaskettu poikki-  
 pinta-ala voi olla samaa suuruusluokkaa kuin yhtenäisel-  
 lä leveällä liuskajohtimella tekniikan tason mukaisissa  
 keloissa. Kimpun osaliuskojen ei kuitenkaan välttämättä  
 35 tarvitse olla lähellä toisiaan. Keksinnössä kuhunkin

yksittäiseen kapeaan osaliuskaan vaikuttaa pienempi sähkömotorisen voiman indusoiva kokonaismagneettivuo ja siinä syntyy pienemmät pyörrevirrat kuin tekniikan tason mukaisessa yhtenäisessä leveässä liuskajohtimessa. Koska  
 5 keksinnön mukaiset osaliuskat ovat yhtä pitkiä kuin perinteinen yhtenäinen leveä liuskajohdin, pyörrevirran kulkeman reitin pituus (ja sitä kautta pyörrevirran kokema resistanssi) ei muutu, ja koska indusoitunut sähkömotorinen voima on paljon pienempi, myös pyörrevirtatehohäviö on merkittävästi pienempi.  
 10

Perinteistä leveää liuskajohdinta vastaavan kela-johtimen aikaansaamiseksi keksinnön mukaiset osaliuskat on kuitenkin kytkettävä toisiinsa kimpun päissä. Tällöin muodostuu suljettu silmukka pyörrevirrälle, joka on seurausta sähkömotorisesta voimasta, joka johtuu magneettivuon tiheydestä kimppujohtimen kokonaispinta-alaan nähden. Toisin sanoen ulkopuolisen magneettikentän kanalta päistään yhteen kytketyn osaliuskakimpun pinta-ala on sama kuin yhtenäisen leveän liuskajohtimen. Tämä  
 15 osittain kumoaa vaikutuksen, joka saavutetaan kunkin osaliuskan indusoituneelle sähkömotoriselle voimalle tarjoamasta pienemmästä pinta-alasta. Tämän edun kumoutuminen on kuitenkin vain osittaista, koska magneettivuon tiheys ei ole vakio osaliuskakimpun koko pituudella ja täten muutamia pyörrevirtareittejä ei ole olemassa kimpun osissa, jotka ovat heikon ulkopuolisen magneettikentän alaisia. Kuitenkin, jotta kumottaisiin tämä suljetun silmukan pyörrevirtahäviö, joka johtuu osaliuskakimpun päiden yhteenkytkennästä, esillä olevassa keksinnössä käännetään tai muutetaan osaliuskajohdinten  
 25 järjestystä tietyssä pisteessä kimpun päiden välissä. Tämä tehdään, jotta saataisiin vastakkaiset sähkömotoriset voimat kimpun päissä yhteenkytkettyjen osaliuskojen muodostamien suljettujen silmukoiden osissa, jotka ovat  
 30 kääntö- tai vaihtopisteen eri puolilla. Järjestyksen

kääntäminen voidaan tehdä useammin kuin kerran, mistä seuraa monien sellaisten sähkömotoristen voimien kumoutuminen siten, että niiden summa on nolla tai pienentynyt.

5           Keksinnön mukaisella kelalla voidaan merkittävästi pienentää pyörrevirtoja, pyörrevirtahäviöitä sekä kasvattaa kelan hyvyyslukua verrattuna tekniikan tason mukaisiin keloihin.

10           Keksintöä selitetään seuraavassa yksityiskoh-  
taiemmin ensisijaisten suoritusmuotojen avulla viitaten oheiseen piirrookseen, jossa

          kuvio 1 esittää tekniikan tason mukaista stripe-line -kelaa,

15           kuvio 2 havainnollistaa tekniikan tason mukaista yhtenäistä leveää johdinliuskaa sekä pyörrevirtojen syntymistä siinä,

          kuvio 3 havainnollistaa keksinnön mukaisten osaliuskojen kimppua sekä pyörrevirtojen syntymistä osaliuskoissa,

20           kuvio 4 havainnollistaa keksinnön mukaista osaliuskojen kimppua, jossa osaliuskat on kytketty päistä toisiinsa, sekä pyörrevirtojen syntymistä tällaisessa kimpussa,

25           kuvio 5 havainnollistaa keksinnön mukaista osaliuskojen kimppua, jossa osaliuskat on kytketty päistään yhteen ja jossa on suoritettu osaliuskojen järjestyksen kääntäminen, sekä pyörrevirtojen syntymistä tällaisessa kimpussa,

30           kuviot 6, 7 ja 8 esittävät erilaisia keksinnön mukaisia stripe-line -keloja.

35           Esillä olevaa keksintöä voidaan soveltaa kaikissa stripe-line -keloissa, jotka valmistetaan tai integroidaan eri tyyppisille kantajasubstraateille tai kantajarakenteisiin käyttäen erilaisia valmistustekniikoita ja materiaaleja. Valmistustekniikat voivat käsittää esi-

merkiksi integroitujen piirien valmistusteknologian, ohutkalvoteknologian, paksukalvoteknologian, piirilevyteknologian, kirjoitusteknologian jne. Kantajasubstraatti voi olla esimerkiksi integroitu piirisiru, keraaminen alusta, dielektrinen materiaali, piirilevy, jne.

Kuvioon 2 viitaten, kuten aikaisemmin todettiin, pyörrevirroista  $I_e$  tai lähivaikutuksesta johtuva tehomenetyksen  $P$  määrä on verrannollinen johdinliuskan 2 ulkoisen magneettivuontiheyden näkemään pinta-alaan. Esimerkiksi kuviossa 2 johdinliuskan 2 leveys on  $4w$  ( $w$  = pituusyksikkö) ja pyörrevirtojen aiheuttama jännite  $V_e$  on verrannollinen leveyteen  $4w$  ja pyörrevirtatehomenetys  $P$  on verrannollinen leveyden neliöön  $(4w)^2$ . Kuten tästä riippuvuudesta voidaan nähdä, johtimen leveyden kasvaessa myös indusoitunut sähkömotorinen voima ja pyörrevirtatehohäviö kasvavat.

Kuviossa 3 on esitetty keksinnön mukainen osaliuskajohtimien kimppu. Kimppu käsittää neljä osaliuskajohtinta 31, 32, 33 ja 34, joiden kunkin leveys on  $w$  (ts.  $1/4$  kuvion 2 liuskajohtimen 2 leveydestä). Kuhunkin osaliuskajohtimeen vaikuttaa magneettivuontiheys  $B$ , joka synnyttää niihin vastaavan pyörrevirran  $I_{e1}$ ,  $I_{e2}$ ,  $I_{e3}$  ja  $I_{e4}$ . Koska yksittäisen osaliuskajohtimen 31-34 pinta-ala on pienempi kuin kuvion 2 liuskajohtimen 2 pinta-ala, tästä seuraa pienempi magneettivuontiheyden  $B$  indusoiva sähkömotorinen voima ja pienemmät pyörrevirrat kussakin osaliuskassa. Lisäksi koska osaliuskajohtimien 31-34 pituus on sama kuin kuvion 2 liuskajohtimen pituus, pyörrevirran  $I_{e1}$ - $I_{e4}$  kulkeman reitin pituus ja siten myös pyörrevirtahäviövastuksen suuruus ei muutu, ja koska indusoitunut sähkömotorinen voima on paljon pienempi, pyörrevirtahäviö pienenee merkittävästi.

Kuviossa 4 on jälleen esitetty keksinnön mukainen osaliuskajohtimien 41, 42, 43 ja 44 kimppu, mutta nyt osaliuskajohtimet 41-44 on kytketty päistään toisiinsa

kytkentänavoilla 45 ja 46. Jälleen magneettivuontiheys B indusoi yksittäisiin osaliuskajohtimiin 41-44 pyörrevirrat  $I_{e1}$ ,  $I_{e2}$ ,  $I_{e3}$  ja  $I_{e4}$ . Koska kuviossa 4 kimppu on kytketty päistään yhteen, magneettivuontiheys B vaikuttaa osaliuskajohdinten 41-44 kokonaispinta-alaan, mistä indusoituva sähkömotorinen voima aiheuttaa osaliuskajohtimien välisiä pyörrevirtoja  $I_{e12}$ ,  $I_{e13}$ ,  $I_{e14}$ ,  $I_{e23}$ ,  $I_{e24}$  ja  $I_{e34}$ . Kytkentänapojen 45 ja 46 muodostaman suljetun silmukan vuoksi pyörrevirtojen vaikutus on samantyyppinen kuin kuvion 2 liuskajohtimessa 2. Tämä osittain kumoaa yksittäisen osaliuskajohtimen pienemmästä pinta-alasta saadun edun. Käytännön kellaräcenteissä osa edusta kuitenkin säilyy, koska magneettivuon tiheys B ei yleensä ole vakio koko johdinkimpun 41-44 pituudella, ja tämän vuoksi kaikkia pyörrevirtareittejä ei ole olemassa niissä kimpun osissa, jotka ovat heikon magneettikentän alaisia.

Kuviossa 5 on esitetty osaliuskajohtimien 51, 52, 53 ja 54 kimppu, jossa osaliuskajohtimet on kytketty päistään toisiinsa kytkentänavoilla 45 ja 46, samalla tavoin kuin kuviossa 4. Kuviossa 5 osaliuskajohdinten 51-54 järjestys on kuitenkin käännetty päinvastaiseksi tietyssä käännöspisteessä 59 kimpun kokonaispituuden aikana. Järjestyksen muuttaminen tai kääntäminen tehdään, jotta aikaansaataisiin vastakkaiset sähkömotoriset voimat käännöspisteeseen 59 molemmille puolille. Tämän seurauksena osaliuskajohdinkimpun eri päissä osaliuskajohtimista toiseen kytkeytyvät sähkömotoriset voimat ovat vastakkaismerkkiset ja kumoavat toisensa, jolloin pyörrevirtaa ei synny. Esimerkiksi käännöspisteessä näkyvä osaliuskajohtimesta 51 kytkentänavan 45 kautta osaliuskajohtimeen 54 induoituva sähkömotorinen voima on vastakkaismerkkinen kuin osaliuskajohtimesta 51 kytkentänavan 46 kautta osaliuskajohtimeen 54 induoituva sähkömotorinen voima. Nämä sähkömotoriset voimat kumoavat



toisensa. Näin kuviossa 5 saavutetaan tilanne, jossa pyörrevirtojen synnyttämä jännite  $V_e$  on verrannollinen yksittäisen osaliuskan leveyteen  $w$  ja pyörrevirtatehohäviö on verrannollinen arvoon  $4w^2$ . Näin on saavutettu kuvion 3 ideaalitapausta vastaava tilanne, jossa pyörrevirtatehohäviöt ovat vain  $1/4$  kuvion 2 johdinliuskan häviöihin verrattuna.

Koska keksinnön mukainen kela valmistetaan tai integroidaan jollakin kuviointi- ja/tai depositiotekniikalla tai tarkalla asennustekniikalla, johdinmateriaalien sijainnit ja geometriat ovat hyvin tunnettuja. Osaliuskojen paikkojen järjestystä pääjohdintien, ts. osaliuskaryhmän sisäpuolella, voidaan kääntää tai muuttaa useita kertoja, niin että ulkoisesta magneettivuosta johtuva sähkömotorisen voiman nettoarvo missä tahansa suljetussa silmukassa, joka muodostuu johdinliuskaryhmän päistään yhteenkytkettyjen johdinliuskojen parista, on nolla tai pienentynyt. Ulkoisella magneettivuolla tarkoitetaan tässä magneettivuota, joka syntyy osaliuskaryhmän tämän osan ulkopuolella kelan muussa osassa. Osaliuskaryhmä voi olla nippu siten, että ryhmän muodostavat osaliuskat ovat lähellä toisiaan. Vaihtoehtoisesti eri osaliuskaryhmät voivat olla keskenään sekoitettuja.

Kun osaliuskojen järjestys ryhmän sisällä käännetään ja/tai muutetaan sellaisella tavalla, että sähkömotoristen voimien, jotka johtuvat ryhmän pyörrevirtasilmukoihin vaikuttavasta ulkoisesta magneettikentästä, kokonaissumma on nolla tai pienentynyt, osaliuskaryhmän virran itsensä aiheuttama sisäinen magneettikenttä pyrkii pienentämään virtaa niissä osaliuskoista, jotka ovat lähellä käännöksen ja/tai muutoksen aksiaalista symmetriaviivaa (ts. keskellä kuviossa 5) ja kasvattamaan virtaa ryhmän osaliuskoissa, jotka ovat lähellä ryhmän ulkorajaa. Tämä tunnetaan pintavaikutuksena. Kun johdinmateriaalin sijainnit ja geometriat tunnetaan hyvin, voi-

daan, sen lisäksi että käännetään ja/tai muutetaan osaliuskojen järjestystä ryhmän sisällä pyörrevirtahäviön pienentämiseksi, lisäksi muuttaa ja/tai kääntää osaliuskojen järjestystä ryhmän sisällä myös sellaisella tavalla, että ryhmän sisäisestä magneettivuosta johtuva sähkömotorinen kokonaisvoima missä tahansa suljetussa silmukassa, joka muodostuu ryhmän päistään yhteenkytkettyjen osaliuskojen parista, on nolla tai pienentynyt.

Toisin sanoen keksinnön mukaisesti osaliuskojen järjestyksen vaihtojen/kääntöjen lukumäärä ja sijainnit voidaan mitoittaa tapauskohtaisesti pienentämään tai nollaamaan yksi tai useampi yllä mainituista suureista.

Keksinnön mukainen kela voi muodostua yhdestä tai useammasta johtavasta kerroksesta kantavassa substraattissa. Nämä kerrokset muodostetaan esimerkiksi planaari-tekniologialla, ts. kukin johdinmateriaalikerros muodostetaan silloin kun sitä tarvitaan. Kimpun eli johdinryhmän johtavat osaliuskat ovat kyljittäin toistensa kanssa ja/tai toinen toisensa päällä. Johtimien ristiinmenoja muodostetaan sellaisiin paikkoihin, joissa johtavat osaliuskat kääntävät ja/tai muuttavat järjestystään. Johdinten ristiinvedot kelassa voidaan mahdollisesti tehdä vaihtamalla johdinkerroksesta toiseen tai kirjoittamalla johdinmateriaali ja ei-johtava kerros samanaikaisesti kelan johdinreitin suunnassa.

Edellä on kuvattu keksinnön mukaisen kelan periaatteellista rakennetta. Kuvioissa 6, 7 ja 8 on esitetty muutamia esimerkkejä keksinnön mukaisesti toteutetuista stripe-line -keloista.

Kuviossa 6 kantajasubstraatin (ei esitetty) yhteen johtavaan kerrokseen on muodostettu ensimmäinen osaliuskojen 61, 62, 63 ja 64 kimppu, ja toinen osaliuskojen 65, 66, 67 ja 68 kimppu. Kumpikin osaliuskakimppu muodostaa noin kaksi kelajohdinkierrosta sisäkkäin. Kimpun 61-64 ensimmäiset päät 69 on kytketty kytkentänapaan

45, joka myös kytkee osaliuskat 61-64 toisiinsa. Kimpun 65-68 ensimmäiset päät 71 on kytketty kytkentäjohtimilla 74 (substraatin toisessa johtavassa kerroksessa) kytkentänapaan 46, joka myös kytkee osaliuskat 65-68 toisiinsa. Osaliuskajohtimien 61-64 toiset päät 70 on kytketty kytkentäjohtimilla 73 (substraatin toisessa johtavassa kerroksessa) osaliuskojen 65-68 toisiin päihin 72 siten, että osaliuskojen järjestys kääntyy keksinnön mukaisesti. Toisin sanoen ensimmäisen kimpun ensimmäinen (uloin) osaliuska 61 kytketään toisen kimpun neljänteen (sisimpään) osaliuskaan 68. Vastaavasti ensimmäisen kimpun toinen (toiseksi uloin) osaliuska 62 kytketään toisen kimpun kolmanteen (toiseksi sisin) osaliuskaan 67. Edelleen ensimmäisen kimpun kolmas (toiseksi sisin) osaliuska 63 kytketään toisen kimpun toiseen (toiseksi uloin) osaliuskaan 66. Vastaavasti ensimmäisen kimpun neljäs (sisin) osaliuska on kytketty toisen kimpun ensimmäiseen (uloimpaan) osaliuskaan 65. Näin aikaansaadaan kuvion 5 periaatteen toteuttava kela, jossa on alhaiset pyörrevirtahäviöt ja korkea hyvyysluku Q.

Kuviossa 7 on esitetty toinen keksinnön mukainen kela, joka käsittää substraatin (ei esitetty) yhdessä johtavassa kerroksessa ensimmäisen osaliuskojen kimpun 74, 75, 76 ja 77, toisen osaliuskojen kimpun 81, 82, 83 ja 84, ja kolmannen osaliuskojen kimpun 91, 92, 93 ja 94. Ensimmäisen osaliuskojen kimpun 74-77 ensimmäiset päät on kytketty kytkentänapaan 45 ja toisiinsa. Vastaavasti toisen osaliuskakimpun 81-84 ensimmäiset päät on kytketty kytkentänapaan 46 ja toisiinsa. Ensimmäisen kimpun toiset päät 70A, 70B, 70C ja 70D on kytketty kytkentäjohtimilla 85, 86, 87 ja 88 (substraatin toisessa johtavassa kerroksessa) kolmannen kimpun 91-94 ensimmäisiin päihin 90A, 90B, 90C ja 90D siten, että osaliuskojen järjestys kääntyy keksinnön mukaisella tavalla. Kolmannen kimpun 91-94 toiset päät 95A, 95B, 95C ja 95D on

puolestaan kytketty kytkentäjohtimilla (substraatin toisessa johtavassa kerroksessa) 97, 98, 99 ja 100 toisen kimpun 81-84 toisiin päihin 72A, 72B, 72C ja 72D siten, että osaliuskojen järjestys jälleen kääntyy. Tässä kela-esimerkissä tapahtuu siten kaksi osaliuskojen järjestyksen kääntämistä kytkentänapojen 45 ja 46 välillä.

Kuvioissa 8A, 8B ja 8C on havainnollistettu erästä tapaa, jolla keksinnön mukainen kela voidaan toteuttaa kantajasubstraatin kahdessa johtavassa kerroksessa. Kuvio 8A esittää ensimmäisen osaliuskakimpun 109, joka sisältää osaliuskat 110, 111, 112 ja 113. Kimpun 109 ensimmäiset päät 115 on kytketty kytkentänapaan 45, joka kytkee myös osaliuskat 110-113 toisiinsa. Kuvio 8B esittää toisen osaliuskakimpun 119, joka sisältää osaliuskat 120, 121, 122 ja 123. Osaliuskakimpun 119 ensimmäiset päät 116 on kytketty kytkentänapaan 46, joka kytkee osaliuskat 120-123 toisiinsa. Kuviossa 8C on havainnollistettu keksinnön mukaista kela, jossa kimppu 109 on sijoitettu substraatin ensimmäiseen johtavaan kerrokseen ja kimppu 119 on sijoitettu substraatin toiseen johtavaan kerrokseen. Kuviossa 8C ei havainnollisuuden vuoksi näy kimppujen 109 ja 119 välissä olevaa substraatin eristekerrosta. Kimpun 109 toiset päät 114A-114D on kytketty läpivienneillä kimpun 119 toisiin päihin 117A-117D siten, että osaliuskojen järjestys kääntyy keksinnön mukaisella tavalla. Näin saadaan jälleen kuvion 5 periaatteen mukainen kela.

Edellä on keksintöä havainnollistettu muutamien kelarakenteiden avulla. Edellä oleva selitys on kuitenkin tarkoitettu vain havainnollistamaan esillä olevaa keksintöä. Yksityiskohdiltaan keksinnön mukainen kela voi vaihdella oheisten patenttivaatimusten puitteissa ja hengessä.

## Patenttivaatimukset

1. Stripe-line kela, joka käsittää yhden tai useamman liuskajohdinkierroksen valmistettuna kanta-  
5 jasubstraatin (10) yhteen tai useampaan kerrokseen, t u n n e t t u siitä, että

kelan liuskajohdin muodostuu kahdesta tai useamasta rinnakkaisesta ja/tai päällekkäisestä osaliuskasta (31-32, 41-42, 51-52, 61-68, 74-77, 81-84, 91-94, 110-  
10 113, 120-123), jotka on päistä kytketty toisiinsa, ja että

rinnakkaisten ja/tai päällekkäisten osaliuskojen järjestys vaihtuu (59) ainakin kerran liuskajohtimen kokonaispituuden aikana.

15 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kela, t u n n e t t u siitä, että

osaliuskojen (51-54) järjestys vaihtuu sellaisessa kohdassa liuskajohdinta, että osaliuskajohdinsilmukoihin ennen vaihtokohtaa (59) indusoituneet sähkömotoriset voimat ja osaliuskajohdinsilmukoihin vaihtokohdan  
20 jälkeen indusoituneet sähkömotoriset voimat oleellisesti kumoavat toisensa.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen kela, t u n n e t t u siitä, että osaliuskojen järjestys  
25 vaihtuu käänteiseksi.

4. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen kela, t u n n e t t u siitä, että kelan kaikki liuskajohdinkierrokset (61-68, 74-77, 81-84, 91-94) ovat samassa kerroksessa kantajasubstraatilla (10), ja että osalius-  
30 kajohdinten järjestys on vaihdettu kytkentäjohtimilla (73, 85-88, 97-100) toisessa kerroksessa.

5. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen kela, t u n n e t t u siitä, että kelan liuskajohdinkierrokset (110-113, 120-123) ovat kahdessa tai useammassa ker-  
35 roksessa kantajasubstraatilla (10), ja että osaliuska-

johdinten järjestys on vaihdettu kerrosten välisillä läpiviennillä (114A-D; 117A-D).

5 6. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 1-5 mukainen kela, t u n n e t t u siitä, että kela käsittää ensimmäisen rinnakkaisten osaliuskojen (51-54, 61-64, 110-113) ryhmän, jossa osaliuskat on ensimmäisestä päästään (45, 69, 115) kytketty yhteen,

10 toisen rinnakkaisten osaliuskojen (51-54, 65-68, 120-123) ryhmän, jossa osaliuskat on ensimmäisestä päästään (46, 71, 116) kytketty yhteen,

ensimmäisen ryhmän osaliuskojen toiset päät (59, 70, 114A-114D) on kytketty toisen ryhmän osaliuskojen toisiin päihin (59, 72, 117A-D) siten, että osaliuskojen järjestys vaihtuu.

15 7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen kela, t u n n e t t u siitä, että ensimmäinen ja toinen ryhmä käsittävät kumpikin N osaliuskaa, ensimmäisen ja toisen ryhmän järjestys on kytketty vaihtumaan käänteiseksi siten, että ensimmäisen ryhmän i:s osaliuska on kytketty  
20 toisen ryhmän  $[N-(i-1)]$ :nteen osaliuskaan, missä  $i=1, \dots, N$  ja  $N=1, 2, \dots$ .

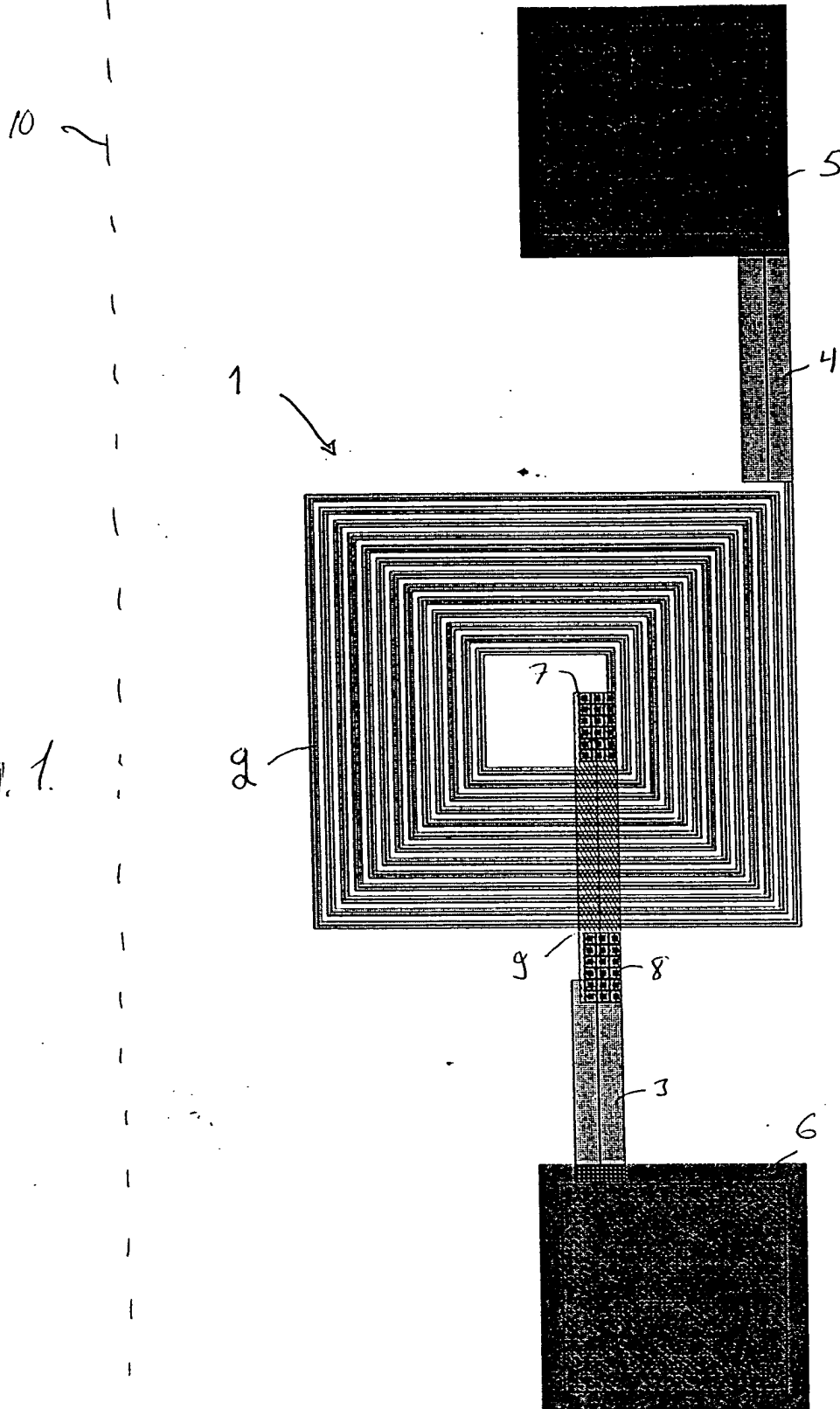
8. Patenttivaatimuksen 6 tai 7 mukainen kela, t u n n e t t u siitä, että ensimmäinen (61-64) ja toinen (65-68) osaliuskojen ryhmä ovat sisäkkäin kantajasubstraatin (10) samassa kerroksessa.  
25

9. Patenttivaatimuksen 6 tai 7 mukainen kela, t u n n e t t u siitä, että ensimmäinen (110-113) ja toinen (120-123) osaliuskojen ryhmä ovat kantajasubstraatin eri kerroksissa.

30 10. Patenttivaatimuksen 6, 7, 8 tai 9 mukainen kela, t u n n e t t u siitä, että kela käsittää kolme tai useampaa osaliuskojen ryhmää kytkettynä peräkkäin siten, että osaliuskojen järjestystä muutetaan jokaisessa ryhmien välisessä kytkentäpisteessä.

11. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen  
kela, t u n n e t t u siitä, että se on valmistettu  
ohutkalvotekniikalla, paksukalvotekniikalla, integroitu-  
jen piirien valmistustekniikalla, piirilevytekniikalla,  
5 kirjoitustekniikalla tai muulla vastaavalla tekniikalla.

Fig. 1.





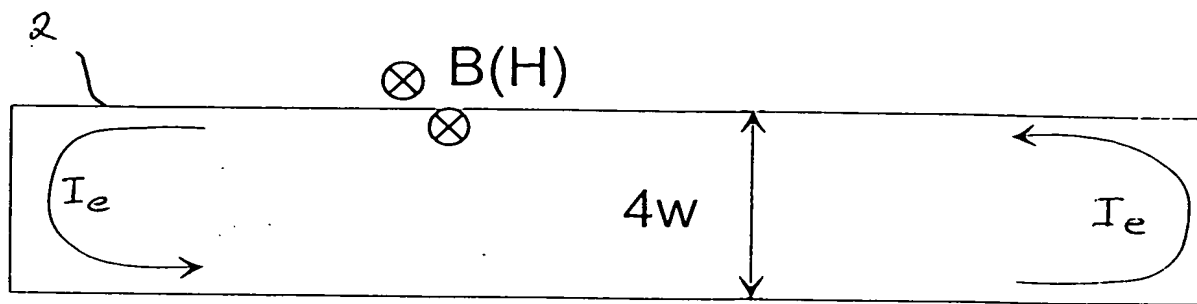


Fig. 2

$$V_e \sim 4w \quad P \sim (4w)^2$$

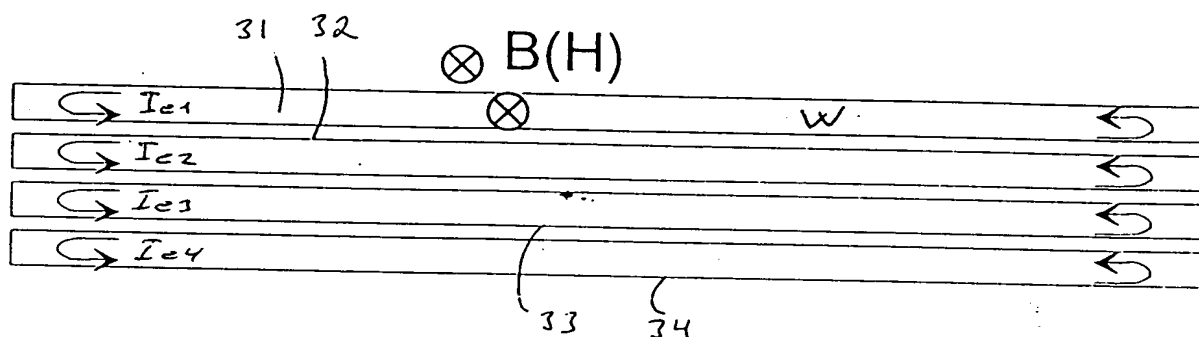


Fig. 3

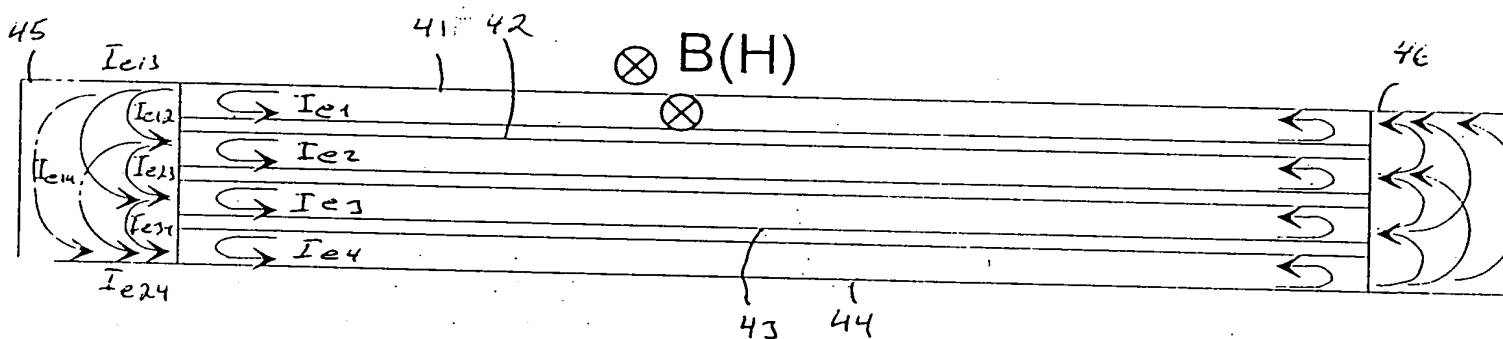


Fig. 4

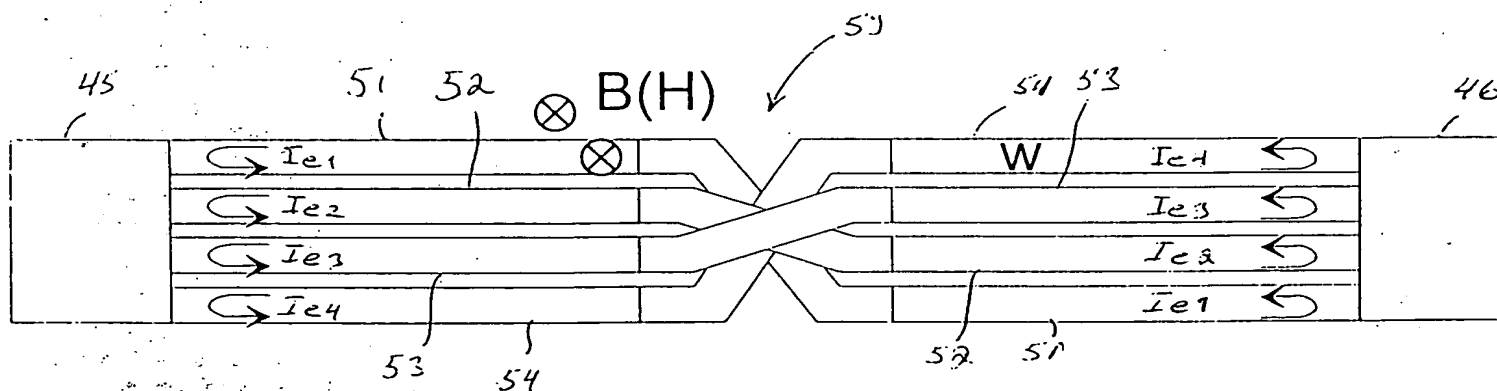


Fig. 5

$$V_e \sim w \quad P \sim 4w^2$$

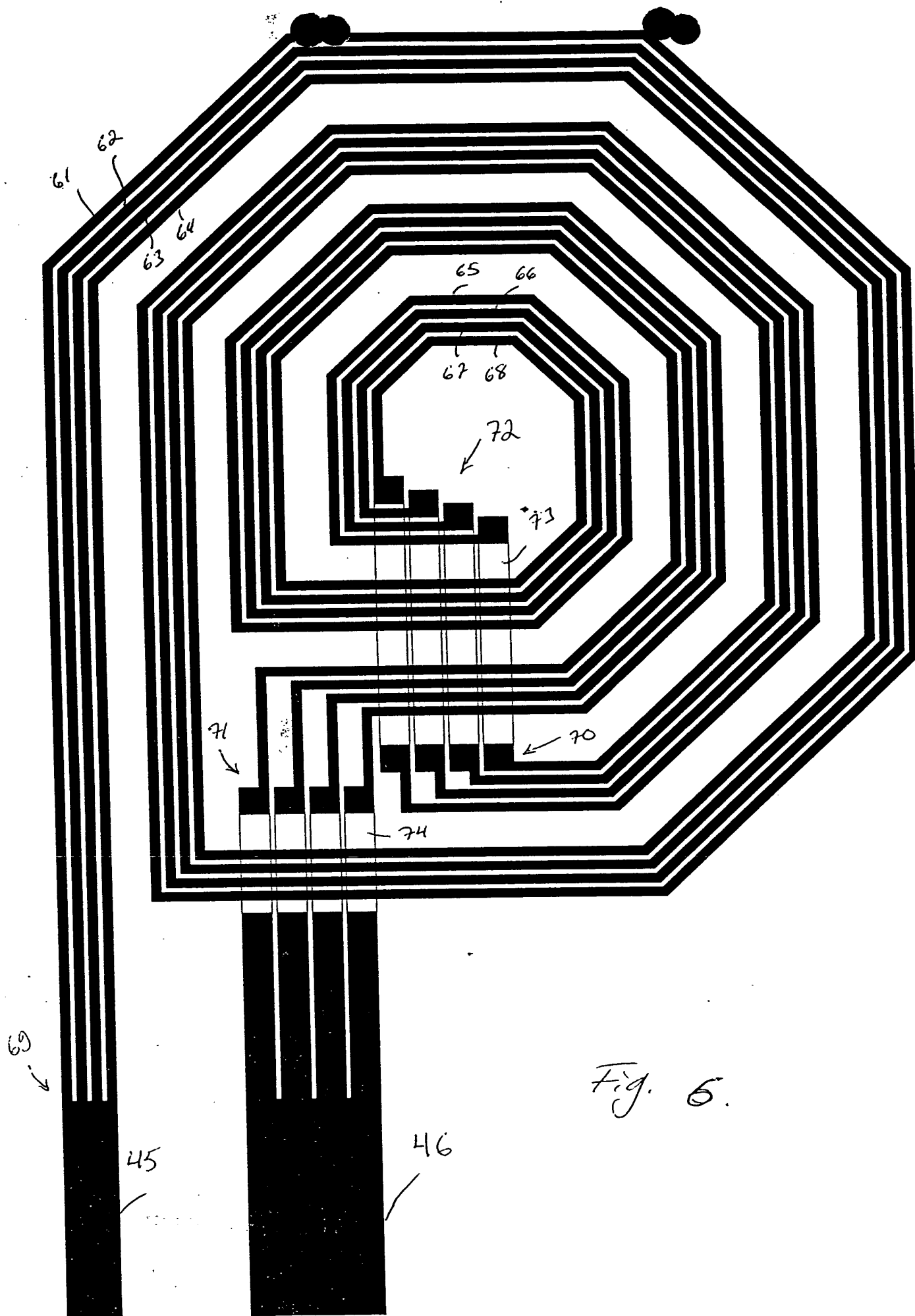


Fig. 6.

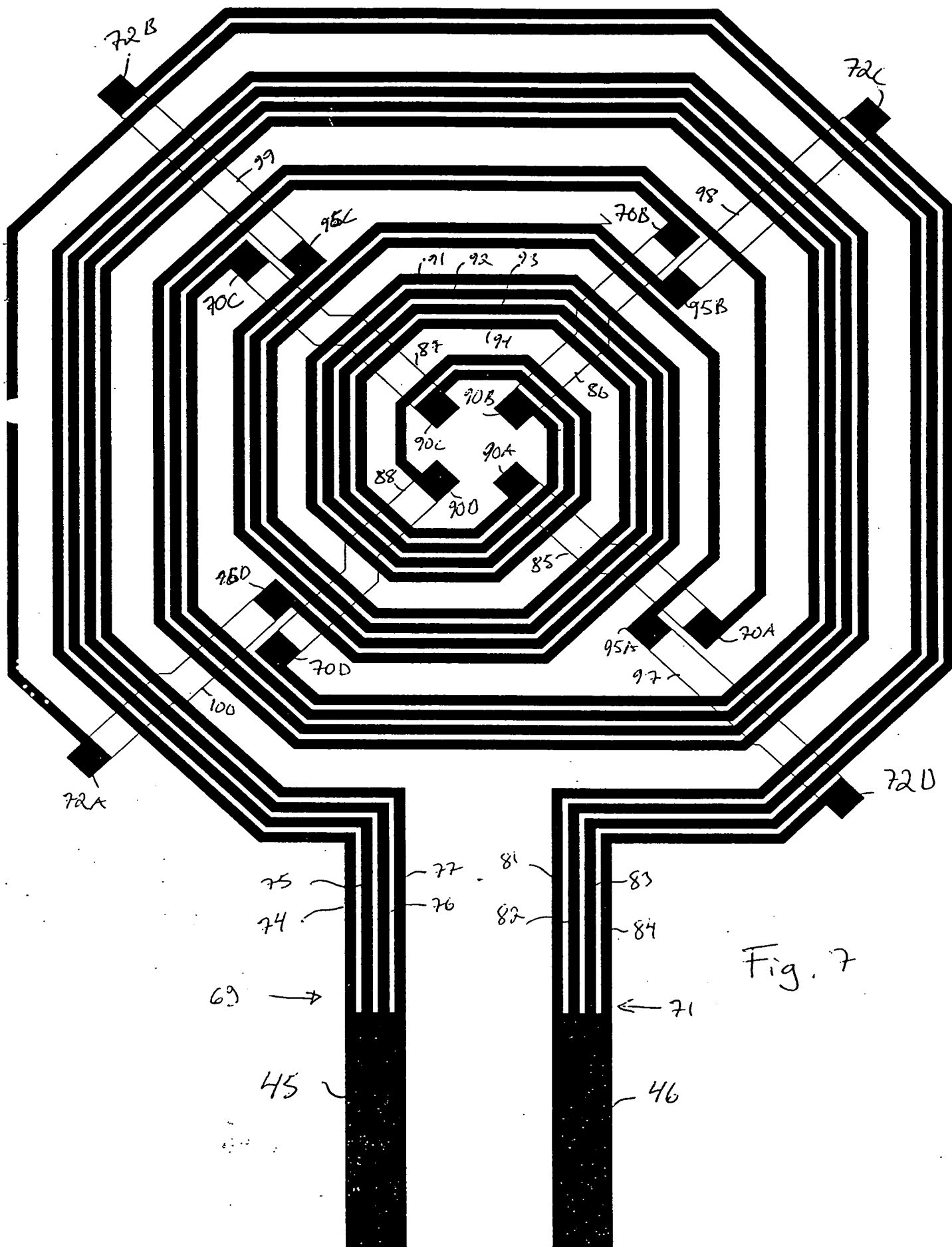


Fig. 7

Fig. 8A

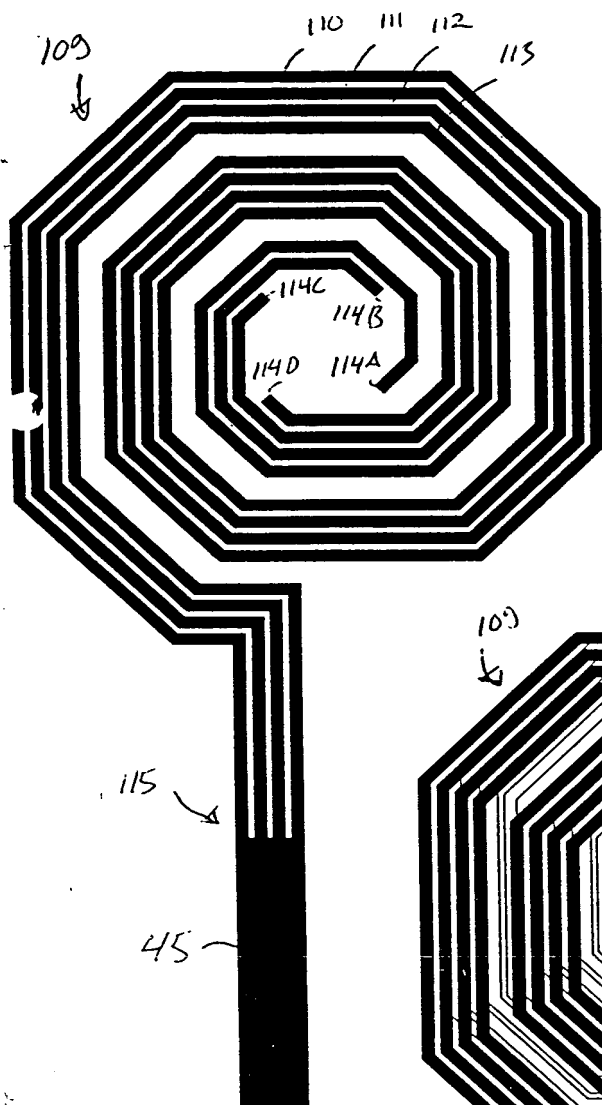


Fig. 8B

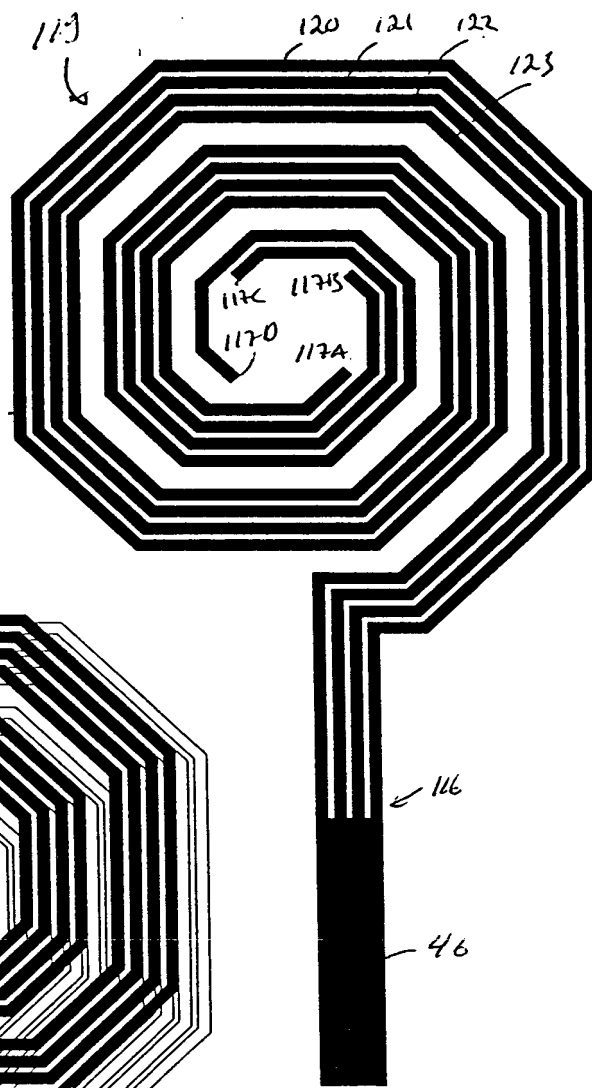


Fig. 8C

